

ПРИЛОЖЕНИЕ ТЕОРИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

Балпанова М.Ж., Есенбаева Г.А., Секербаева Р.И., Таханов Д.К.

Карагандинский государственный университет им. академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан

E-mail: balpanova86@mail.ru

Для оценки разрушения тел используется теория наибольших нормальных напряжений или теория максимальных деформаций. Применительно к горным породам к грунтам наибольшее распространение получила теория прочности Мора, основанная на зависимости между касательными и нормальными составляющими напряжениями в каждой точке массива, находящегося в сложно - напряженном состоянии. При известном значении предела прочности породы на одноосное сжатие и растяжение строится круг напряжений Мора, который для данного напряженного состояния является максимальным и называется - предельным. На основании, огибающей кривой определяются угол скольжения площадки, нормальные и касательные напряжения на поверхности скольжения или разрушения, угол внутреннего трения при одноосном сжатии.

Кривая предельных кругов близка к параболе, аналитически описывается формулой

$$\tau_{ni} = \sqrt{p(\sigma_{ni} + \sigma_p)}. \quad (1)$$

При $\sigma \leq \sigma_{ni} \leq \sigma_n^{сж}$ касательное напряжение $\tau_{ni}^{сж}$ определяется соотношением

$$\tau_{ni}^{сж} = \sqrt{p(\sigma_{ni}^{сж} + \sigma_p)}, \quad (2)$$

где σ_p – прочность на растяжение горных пород; $p = (2 - 2\sqrt{n-1} + n)\sigma_p$ – фокальный параметр параболы; нормальное напряжение $\sigma_{ni}^{сж}$ при одноосном сжатии

$$\sigma_{ni}^{сж} = \sqrt{[0,5(\sigma_{сж} - p)]^2 - p\sigma_p + 0,5(\sigma_{сж} - p)}. \quad (3)$$

Соотношения прочностных свойств характеризуются коэффициентом хрупкости горных пород, который определяется формулой $n = \sigma_{сж}/\sigma_p$. Касательное напряжение при объемном напряженном состоянии при условии $\sigma_n^{сж} \leq \sigma_{ni}$ вычисляется по формуле

$$\tau_{ni} = \sigma_{сж} \left(0,5 \cos \rho_{сж} + \left(1 - \exp[0,5(1 - \sin \rho_{сж})] \exp \left[- \left(\frac{\sigma_{ni}}{\sigma_{сж}} \right) \right] \right) \operatorname{tg} \rho_{сж} \right), \quad (4)$$

где $\rho_{сж}$ - угол внутреннего трения горных пород при одноосном сжатии.

Для рыхлых пород, не обладающих пределом прочности растяжения и силами сцепления, диаграмма Мора имеет вид прямой, исходящей из начала координат.

Для упругих пород эквивалентное значение зависимости горизонтальных напряжений от вертикальных имеет следующий вид

$$\sigma_2 = \lambda \gamma H = \lambda \sigma_1 \quad (5)$$

где $\lambda = \nu/(1 - \nu)$ - коэффициент бокового распора (при упругом напряженном состоянии); ν – коэффициент Пуассона.

Для пластических связанных пород предельные значения вертикального и горизонтального напряжения выражаются в виде

$$\sigma_{zi} = \sigma_{ni} + \tau_{ni} \operatorname{ctg} \varphi_i, \quad \sigma_{xi} = \sigma_{ni} - \tau_{ni} \operatorname{tg} \varphi_i \quad (6)$$

При нагружении грунты работают преимущественно на сдвиг, поэтому сдвиговая прочность является определяющей прочностной характеристикой для грунтов. Разрушение реализуется в тот момент, когда величина сдвигового (касательного) напряжения достигает предела прочности грунта на сдвиг, поэтому связь между нормальными напряжениями и касательными напряжениями является критерием прочности для грунтов.

Список использованных источников

1. *Потапова Л.Б.* Механика материалов при сложном напряженном состоянии – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. – 244 с.

2. *Леденев В.В.* Теоретические основы механики деформирования и разрушения: монография В.В. Леденев, В.Г. Однолько, З.Х. Нгуен. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 312 с.